

UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO		
Nº DE RADICACIÓN: _____		
INFORMACIÓN EJECUTORES		
<b>Ejecutor 1</b>		
Nombre (s):	Andrés Felipe	
Apellido (s):	Suárez Gaona	
Código:	20131375032	
E-mail:	<a href="mailto:afsuarezq@correo.udistrital.edu.co">afsuarezq@correo.udistrital.edu.co</a>	
Teléfono fijo:	7121998	
Celular:	3115983385	
<b>Ejecutor 2</b>		
Nombre (s):		
Apellido (s):		
Código:		
E-mail:		
Teléfono fijo:		
Celular:		
INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
Título del Proyecto:	Diseño e implementación de un gripper automatizado para La apertura de recipientes contenedores en la celda HAS 200	
Duración (estimada):	tres meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	Creación y emprendimiento	
Línea de Investigación de la Facultad:	Desarrollo tecnológico local e institucional	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular:	Diseño en ingeniería mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Automatización y control, dinámica, Mecanismos, Ciencias de los materiales, dibujo técnico,	
INFORMACIÓN PASANTÍA		
Nombre de la empresa:		
Dirección:		
Teléfonos:		
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
Director: (Vo. Bo.)		
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)		
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)		

## CONTENIDO Y PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO DE PROYECTO DE GRADO

### Tabla de Contenido

Índice de Figuras .....	Página 3
Introducción.....	Página 4
1. Planteamiento del problema.....	Página 5
1.1. Estado del Arte .....	Página 6
1.2. Justificación.....	Página 15
2. Objetivos.....	Página 17
2.1. Objetivo general.....	Página 17
2.2. Objetivos específicos.....	Página 17
3. Marco Teórico.....	Página 18
4. Metodología.....	Página 23
5. Cronograma.....	Página 25
6. Presupuesto y fuentes de financiación.....	Página 25
7. Bibliografía.....	Página 27

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1 Mano UC1 Diseño CAD y Prototipo Real
- Figura 2 Detalle falanges UC1
- Figura 3 Diseño dedo Principal de mano robótica dactilológica
- Figura 4 Estructura dedo desarrollada por la UNAM
- Figura 5 Tipos de anatomía en manos Robóticas
- Figura 6 Estructura del Diseño mecánico
- Figura 7 Adecuamiento del sistema sensorial
- Figura 8 Tipos de actuadores

## INTRODUCCION

Esta propuesta de proyecto de grado tiene por objeto mostrar el plan de trabajo, conveniencia, relevancia y el contexto general necesario como base para el desarrollo de un proyecto tecnológico institucional dentro de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas buscando sintetizar los aspectos generales y más sobresalientes previos a su ejecución.

El siguiente formato de proyecto es el resultado de un trabajo previo de recopilación, clasificación y síntesis de información. En él presente documento se muestran los aspectos que servirán como punto de partida para el cálculo y diseño de una pinza robótica o gripper automatizado, logrando posteriormente su fabricación e implementación dentro de la celda de manufactura HAS 200 ubicada dentro de las instalaciones de la facultad, desarrollando así un mayor nivel de automatización en esta, atendiendo específicamente la labor de destapado de los recipientes contenedores usados en la misma celda, de forma tal que asegure un tiempo y un proceso que se encuentre en rangos de control más exactos.

Este anteproyecto parte de la necesidad de proporcionar herramientas de control sobre el desarrollo del mismo programa, en él se encuentra la metodología general que se usara, tiempos, recursos programados, funciones y alcance para que pueda ser consultada en busca de un completo desarrollo del proyecto final.

## 1. Planteamiento del Problema

Con el fin de determinar cuál es la dificultad a la que se pretende dar solución en el actual proyecto, se presenta una visión general de cual es la situación de la celda de manufactura HAS 200 ya que el fin último del proyecto, la construcción de un gripper automatizado, se verá integrado a esta misma.

La celda de Manufactura HAS 200, es creada por SMC International Training con la ayuda de empresas punteras en automatización, el sector automotriz, farmacéutico, sector de alimentos y semiconductores además de la asesoría de varias universidades, con el fin de obtener un equipo didáctico, alcanzando los cinco niveles de la pirámide de la automatización<sup>1</sup> reproduce un proceso productivo real generando hasta 19 productos diferentes con el fin de realizar capacitación en automatización industrial.

El sistema Completo es de tipo modular con 11 estaciones de trabajo, en las cuales se incluyen, una estación de alimentación, tres estaciones de producción, dos estaciones de control, una de colocado de tapas, una estación de almacenamiento vertical y otra horizontal, estación de paletizado y por último la estación de almacenamiento de materia prima.

La materia prima es un material tipo perla de diferentes colores está incluida en recipientes con etiquetas roja, amarilla, azul y multicolor con un código de barras para su identificación y manejo de producto, ya que se destaca que el funcionamiento entre los módulos es a través de un sistema Ethernet<sup>2</sup>.

En la actualidad la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas cuenta con la celda de manufactura HAS 200, la cual permite la emulación mencionada de algunos procesos de fabricación real y una

---

<sup>1</sup> <http://www.smctraining.com/webpage/indexpage/311/>

<sup>2</sup> Estándar de redes de área local para transmisión de datos entre computadores conectados a la misma línea de comunicación.

entrega como producto final de recipientes con el material granulado de diferentes colores.

Aunque la celda trabaja bajo procesos automatizados, algunas actividades aun dependen de la intervención hombre-máquina para su correcto desempeño, tal es el caso de la apertura de los frascos contenedores de perlas de color al momento de finalizar el proceso en la línea de trabajo y su posterior vaciado para la clasificación por colores.

Con el continuo avance global y local de la industria, se hace necesario buscar métodos y procesos que conlleven a una mayor exactitud, rendimiento, eficiencia y eficacia en las actividades propias la celda, Esta actividad específica, es decir el destapado de los recipientes de la HAS 200 involucra variables que son aleatorias y que pueden alterar el resultado del proceso; la cantidad, velocidad y tiempo que se usa de un operario a otro influenciara directamente en el trabajo de la celda. No podemos entonces, hablar de automatización completa si no existe un control amplio en todo el proceso que se pretende regular.

### **1.1. Estado del Arte**

En cuanto al uso de sistemas o mecanismos automatizados para el manejo de diferentes procesos el estado del arte es amplio, ya que la automatización está en constante crecimiento a nivel mundial y nacional, Sin embargo al limitar el proyecto en un contexto específico de pinzas, grippers o manos robóticas para labores de agarre y siendo aún más puntuales en la realización de labores específicas como el tapado y destapado de elementos, se puede establecer una evaluación de resultados más concreta, aunque algunas de las referencias encontradas no son necesariamente usadas en esta labor presentan algún grado de correspondencia con el del presente proyecto y por esto son incluidas en el actual documento.

Ramiro Cabás, Metodología de Diseño de manos robóticas basada en los estados de su sistema accionador, universidad Carlos tercero de Madrid, departamento de sistemas y automática, Madrid 2011

**Resumen:** En esta tesis doctoral se buscaba dar un importante estudio que abarcara el tema específico de actuadores finales, con características similares a la mano humana, teniendo en cuenta dentro del estudio aspectos de la mano como su Antropomorfismo, capacidad funcional, destreza, sistema sensorial.

En el documento se realiza una descripción de varios actuadores finales haciendo una separación bajo tres conceptos el primero el tipo de diseño del actuador dividido entre, manos antropomórficas, manos semi-antropomórficas y manos robóticas no antropomórficas. La segunda división para este estudio se hace bajo el tipo de generación funcional para el actuador de tipo: actuadores eléctricos de movimiento rotativo y lineal, actuadores neumáticos y actuadores hidráulicos.

La tercera y última gran clasificación que se da en esta investigación es por la funcionalidad de las manos de agarre, los tipos de agarre, estabilidad en este concepto, distribución de las fuerzas

El documento en otro capítulo muestra la metodología de diseño, donde se relacionan todo los elementos que deben ser material de estudio en la fase de diseño de cualquier actuador mecánico o gripper automatizado, entre los cuales se encuentran, las características bajo las cuales funcionan, la palma, los grados de libertad, tipo de actuador, transmisión de la fuerza, mecanismos, tipos de sensores, materiales estructurales y materiales de fabricación.

Se desarrolla además una línea que sirve como referencia para el diseño y desarrollo de los subsistemas, además de lineamientos para el prototipo final. El estado del arte desarrollo en el documento señalado es bastante amplio y se encuentran, bastante cantidad de ejemplos de manos robóticas y actuadores finales para el desarrollo de procesos en la industria. La mayor parte del

estudio se basa en las manos robóticas, desarrolladas por la universidad de GIFU desde 1997, entre las cuales se encuentra las GIFU I, II Y III durante 1997, 1999 y 2002 respectivamente, Por último la Kh Hand type S en 2004; En general las manos son muy similares con pequeñas variaciones en cuanto a diseño y tecnología en nuevos materiales. Compuestas por una palma cuatro dedos y el pulgar, formada por 21 elementos y 20 Grados de libertad, su tamaño es similar a la de una mano humana, Los movimientos de las articulaciones son de forma independiente por medio de servomotores, ubicados sobre las falanges de los dedos, además de un sistema sensoria, compuesto de sensores de posición en los motores, sensores de fuerza táctiles de seis ejes y sensores de tacto resistivos, capaz de detectar hasta 624 puntos de contacto en toda la superficie.

Cesar Augusto Quinayas, Mariela Muñoz Añasco, Oscar Andrés Vivas, Diseño y Construcción de la Prótesis Robótica de la Mano UC-1, universidad del cauca 2010.

**Resumen:** En este documento se muestran los pasos seguidos en el diseño y la construcción específicamente en la prótesis de una mano, siendo esta en base a una estructura de tres dedos con tres grados de libertad. Es decir un actuador automatizado no antropomórfico o polimórfico, adaptado además con sensores de fuerza y un sistema de control dirigido en labview mostrando los pasos de su diseño y un prototipo final.

Entre los principales parámetros considerados para el diseño mecánico de este prototipo se tuvieron en cuenta el peso, la funcionabilidad y la simetría corporal, para este fin se usaron micromotores MCP y PIP y una transmisión con bandas a la articulación DIP, en general es un sistema de dedos independientes articulados.



En la parte inferior de cada una de las articulaciones se cuenta con sensores de fuerza y posición HALL HMC1501 que dan una gran ventaja por su reducido tamaño y peso

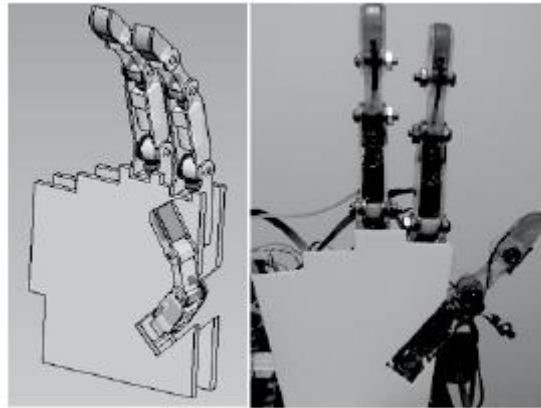


Figura 1

Cesar Augusto Quinayás Burgos, Tesis de Maestría, Diseño y construcción de una prótesis robótica de mano funcional adaptada a varios agarres, Universidad del Cauca, Popayán enero 2010

**Resumen:** El objetivo principal de esta tesis presentada en el 2010 fue diseñar y construir una prótesis robótica de mano que pueda realizar agarres prensiles a partir de órdenes efectuadas desde un sistema de mando. Con este fin se realizaron estudios antropométricos de la mano de prótesis y se clasificaron además que se realizó el estudio con diversos materiales para la configuración hardware/software se usó labview con un Código ASCII<sup>3</sup>.

En este documento se relaciona elementos particulares que no se mostraron en el informe de la Mano UC-1, Rescatando el aporte en cuanto a material se refiere, dando características de los más usados de acuerdo a su función y parte específica final en la cual se usara.

Se muestran en el documento también a modo de ilustración general algunas de las formas comunes para los mecanismos de acción del actuador final ya

---

<sup>3</sup> ASCII (American Standard Code for Information Interchange — *Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información*),

sea por medio de mecanismo de barras, con motor independiente en cada eslabón o transmisión por poleas.

En la parte final del documento se muestran los diseños en 3D desarrollados en SolidWorks de las diferentes falanges y la palma de la mano robótica desarrollada.



Figura 2

Oscar F. Avilés, Pedro L. Simanca, Paola A. Niño Diseño y Construcción de un Grippers Robótico, Proyecto Conjunto Universidad Militar Nueva Granada, Universidad Estatal de Campinas, São Paulo, Brasil. 2011

**Resumen:** En este trabajo se muestra el diseño de un prototipo de dedo robótico antropomórfico. Se describía la implementación de un dedo para la posterior implementación de una mano Bio-Mecatrónica. El dedo se desarrollado en el Laboratorio de Automatización y Robótica de la Universidad Estatal de Campinas con colaboración con la Universidad Militar Nueva Granada. Una mano robótica multidedos típicamente tiene muchos grados de libertad, estos dedos están montados en una palma rígida, la cual está proyectada para ser ensamblada en la muñeca de un brazo robótico. Con base en el estudio de manos robóticas disponibles, es desarrollado un mecanismo para un dedo artificial el cual posee tres juntas y un Grado De Libertad.

Diana M. Guerrero, Gripper Multifuncional para la extracción de granadas, Área de Investigación Biomecatronica, Universidad Militar Nueva Granada Bogotá 2013

**Resumen:** En este proyecto se buscaba presentar un nuevo modelo dentro de la ya conocida gama de Robots para desactivar Bombas usando un sistema gripper con cuatro grados de libertad para el desactivado de minas y el manejo de explosivos, la característica en este proyecto es que se busca la simulación completa de la mano humana, enfocándose en las que representan al dedo pulgar e índice y apoyados por un robot RV-E2 como función de brazo para el actuador final.

El estudio en su primera parte se caracteriza por desarrollar los modelos estructurales de una mano en sus de prensión más básicas, estructuras y funciones con cada uno de los agarres posibles.

En la fase del documento en la cual se aborda el diseño del gripper, se muestran solo los resultados obtenidos entre ellos los planos con algunas medidas por las cuales se optaron, un análisis por elementos finitos con el fin de conocer las partes de las piezas en donde se aplica la mayor fuerza, para Así ver en donde se deben reforzar las piezas, además de conocer los máximos esfuerzos de resistencia en cada una de las piezas.

De este proyecto se destaca que Para la implementación electrónica se eligió dejar los movimientos de cada uno de los motores es decir que el usuario mediante pulsadores programa cada motor para acciones diferentes.

Al final del documento se muestra en imágenes la integración del actuador final con el brazo robótico antropomorfo Mitsubishi, para la extracción de unos artefactos que simulan las granadas, la prueba se realizó manualmente ya que según asegura la autora en el documento el proceso de programación resulta dispendioso, aun así el agarre con el diseño presentado fue el adecuado para esta situación.

Daniel Alejandro Zúñiga Tenesaca, Diseño y construcción de una Mano Robótica para la enseñanza del alfabeto dactilológico universal para personas sordomudas. Artículo Científico; Universidad Politécnica Salesiana Ecuador; INGENIUS; Revista de Ciencia y Tecnología.

**Resumen:**

La base de este proyecto es la ayuda que se pretende dar a personas con problemas de tipo auditivo, mediante el diseño y construcción de una mano robótica, capaz de realizar las señas del alfabeto dactilológico y que interactúe con la persona mediante el reconocimiento de señas capturadas por una cámara web, para su posterior procesamiento por visión artificial en la plataforma de desarrollo National Instruments Labview 2009.

La mano robótica está formada por diecisiete servomotores, para lograr los movimientos y los grados capaces de realizar las señas programadas, el prototipo está desarrollado modularmente, cada parte podía ser aplicada en otros sistemas como el reconocimiento de imágenes, el control de servomecanismos, sistemas mecánicos.

La palma y cada una de las piezas de la mano se fabricaron de un material llamado grilon, de características resistentes a la temperatura y que presenta un menor desgaste por fricción estas piezas están unidas por hilos a los motores que hacen las veces de tendones para dar la movilidad suficiente para realizar las señas, que conjuntamente con un controlador de los diecisiete servomotores, realizado con un micro controlador usb, dan las secuencias de cada letra. Se apoya además con el programa de interfase Labview.

Debido a que en este proceso se busca la exactitud en las señas generadas por la mano Los parámetros a considerar para su diseño es la forma y el número de falanges necesarias para asemejarse lo mayor posible a esta.

Como se requería un movimiento rotacional en un solo eje, para las falanges se usó un eje cilíndrico entre cada falange hecho en bronce

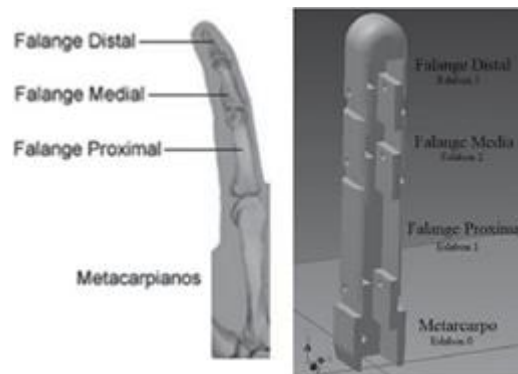


Figura 3

El archivo presenta la característica de algunos modelos matemáticos, no presentados en otras fuentes, así como un corto estudio cinemático directo e inverso.

Se mostró por medio de imágenes la fabricación de cada una de las piezas y su ensamble total, además se muestra el tipo de controlador implementado de tipo PIC 18f4550 o PIC USB.

En la parte final del documento se muestra a forma de detalle, algunos apartes de la programación realizada en Labview, por medio de imágenes patrones y un módulo de reconocimiento e señas.

Aunque este proyecto ecuatoriano, no muestra un actuador con una función específica de agarre, si da muestras de los rangos amplios y GDL en los que se puede desarrollar un actuador para conseguir cualquier tipo de movimiento

Mano de Canterbury, Investigación y desarrollo de mano Robótica, Dunlop, 2003.

**Resumen:** La mano de Canterbury utiliza eslabones mecánicos movidos directamente para actuar los dedos en forma similar a la mano humana. El movimiento directo de los eslabones se utiliza para reducir los problemas que presentan otros diseños de manos. Cada dedo de esta mano tiene 2.25 grados de libertad, la parte fraccionaria se debe al mecanismo para extender los dedos

que es compartido por cuatro dedos. Los motores de corriente directa tienen una reducción por engranes 16:1, su tamaño es de 65 mm de largo y 12 mm de diámetro.

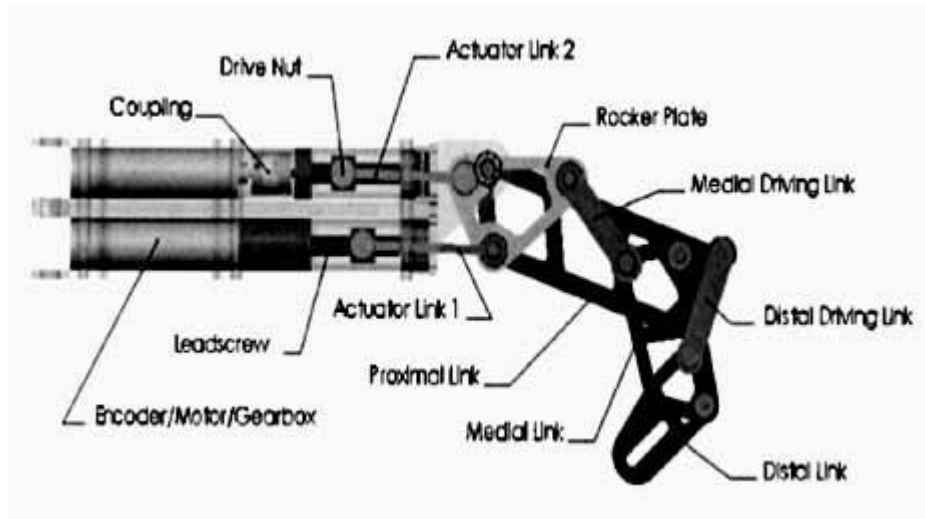


Figura 4

Los dedos cuentan con sensores de presión en cada articulación y en la punta de los dedos, lo que hace que cada dedo tenga cuatro sensores de presión, dos motores de corriente directa, dos encoders y un sensor de efecto Hall. El pulgar tiene solo un motor y tres sensores de fuerza, mientras que la palma tiene las funciones de abrir todos los dedos y la rotación del pulgar, lo cual implica dos motores, dos encoders, dos sensores de efecto Hall y tres sensores de fuerza. Todo esto da un total de 91 cables

## 1.2. Justificación

Con el pasar de los años la sociedad busca la automatización de la maquinaria y los procesos con el propósito de mejorar las condiciones de vida, o superar procesos industriales. Aumentar y mejorar los sistemas de producción implican el ser más competitivos en la creciente industria, además la automatización de un proceso conlleva consigo la normalización de procesos y productos, aumenta la velocidad de producción, asegura la programación establecida y reduce los índices de error.

Partiendo de la base, que la automatización es una serie de sistemas que de manera automática o semiautomática logran realizar una determinada labor en menor tiempo y con mayor calidad, se establece que cualquier aparato, mecanismo o sistema es apto a sufrir cambios que lo lleven a la automatización.

Este proyecto además servirá como referencia para observar el desarrollo de un proceso de automatización partiendo de una necesidad, buscando su solución, en este caso la apertura de los recipientes contenedores, beneficiando con este proceso a estudiantes que requieren una guía en cuanto al proceso de diseño, programación, fabricación y manejo del gripper que se pretende implementar. Además será de utilidad para la universidad ya que contará con un nuevo sistema que será integrado a la celda de manufactura HAS 200 para futuros procesos pedagógicos y el proceso productivo del sistema.

Su importancia aumenta cuando se observa que abarca diferentes campos en los estudios de ingeniería mecánica tales como el diseño, dibujo técnico, programación, materiales, procesos de fabricación, entre otros los cuales convergen directamente con la automatización y que pueden brindar a futuro herramientas para el mejoramiento del proyecto u otros procesos que tengan singularidad con este.

El actual proyecto sería de relevancia social para los estudiantes de la Universidad, a los cuales beneficiará directamente en aquellos que se involucren en algún trabajo con la celda teniendo una herramienta más que mejore los procesos y actividades de este sistema, además sumara una nueva herramienta de estudio, enseñanza y generación de un proceso para la facultad tecnológica.

El diseño de un gripper abarca un estudio dependiendo de cuál será su uso final, en este caso la apertura de unos recipientes con unas dimensiones específicas, lo cual conlleva que se realicen ajustes específicos para este caso, no obstante el diseño y/o programación para una pinza robótica tendrá en base los mismos pasos, por lo cual a futuro si se requiriese se podría modificar a cualquier otro requerimiento o en base a este y su proceso de diseño realizar uno de forma similar, por ende esta investigación tendría un valor teórico para realizar la manufactura de otros grippers en cualquier otra aplicación.

El alcance del proyecto al momento de su finalización contara con el registro de todo el material investigativo, de diseño, fabricación y automatización del gripper, entregando este último como modelo físico y funcional completamente automatizado, además de ser integrado en su totalidad a las labores realizadas por la celda de manufactura.

Como se ha resaltado uno de los principios base de este proyecto es el mejoramiento en el sistema productivo de la celda, por ende el alcance tendrá que incluir necesariamente la demostración de que esta integración gripper-celda aumenta la eficiencia de esta última.



## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un gripper automatizado o pinza robótica, para el destapado de los recipientes contenedores de materia prima usados en la celda de manufactura HAS 200.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Diseñar un modelo de gripper que pueda ser ensamblado como efector final al robot Mitsubishi RV-M1.
- Fabricar las piezas y un modelo final de pinza automatizada de forma ergonómica y adaptable a la dimensión de los recipientes, que permita un correcto agarre y presión para el destapado.
- Implementar el gripper como efector final al brazo robótico.
- Programar la interface de usuario para la manipulación del efector.
- Describir financieramente el desarrollo del proyecto.

### 3. MARCO TEORICO

El diseño fabricación y construcción de sistemas robóticos es un tema que ya ha sido abordado desde diferentes puntos de vista y aplicable diferentes necesidades, incluso las ramificaciones en cuanto a la automatización específica de gripper o manos robóticas antropomórficas es de una gran amplitud en cuanto a las formas de diseño, modos de fabricación, los materiales usados, tipo de actuadores, tipo de sensores e incluso la labor ultima para la cual son fabricados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede tener una singularidad en cuanto al temario o las consideraciones principales que se debe tener antes de iniciar el proceso de diseño del gripper que se pretende construir, partiendo entonces, de una necesidad ya mencionada, unos requerimientos o especificaciones cliente (Se contara con tiempo de trabajo, condiciones del objeto a manipular medidas y peso máximo entre otros) y las condiciones de trabajo final, las áreas de estudio que deben ser analizadas serán las que se presentan a continuación.

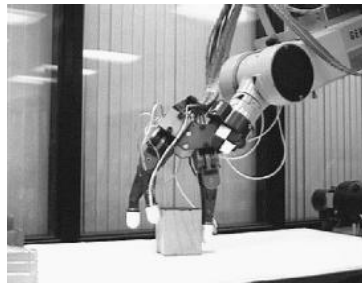
**3.1 Diseño:** Para las manos robóticas una de las primeras consideraciones en cuanto al tema de diseño, será determinar si será una mano antropomórfica<sup>4</sup>, semi-antropomorfica o no antropomórfica, dicho de otra manera un efector final de dedos mecánicos o de pinza. Un gripper del primer tipo requerirá una semejanza a la mano humana lo cual implica mayor número de actuadores y sensores un gripper no antropomórfico no necesariamente implicara un menor nivel de diseño, pero es el adecuado para aquellas aplicaciones en las que el espacio o el objetivo final no requiera ninguna articulación o movimiento semejante al realizado por la mano humana.

---

<sup>4</sup> la atribución de forma humana o cualidades a lo que no es humano, dando una gran semejanza con las funciones de la primera.



Antropomorfismo



Semi-antropomorfismo



No Antropomorfismo

Figura 5

En el caso de optar por una mano no antropomórfica o semi-antropomórfica se tendrá que establecer el número de actuadores directos<sup>5</sup> ya que este estará ligado a factores de peso, espacio y disminución de la complejidad sin disminuir su eficiencia.

Al haber definido el tipo de gripper que se ajusta de la mejor manera a la necesidad final dentro de la misma etapa de diseño se debe definir los diseños mecánicos y electrónicos generales apropiados basados en bosquejos, teniendo en cuenta características mecánicas como esfuerzos sobre los materiales, resistencia, entre otros, basados también en conceptos electrónicos como la potencia a usar, batería, protecciones al circuito, entre otros.

**3.1.1 Diseño CAD:** la etapa de diseño CAD (Diseño asistido por Computadora) y su respectiva simulación del sistema mecánico, utilizando las herramientas como SolidWorks, logrando una visualización completa de los sistemas, componentes, esfuerzos mecánicos, fuerzas máximas soportadas, deformaciones plásticas y modelamiento por elementos finitos, dedo principal y secundario o de sujeción

Diseño Sistema sensorial: los sensores son dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que sea posible cuantificar y manipular.

---

<sup>5</sup> La mano robótica o gripper es un actuador final, pero al considerar los sistemas finales que tendrán contacto con los elementos se hablara de actuadores directos.

### 3.1.2 Diseño Mecánico

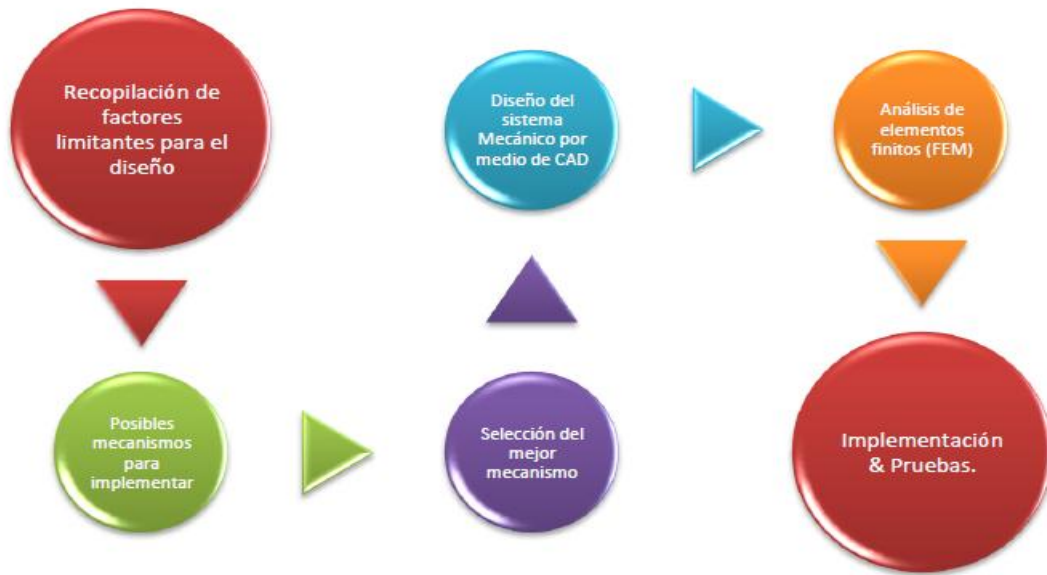


Figura 6

Cantidad y clasificación de actuadores: se debe definir el tipo de actuador que dependerá de la fuente de energía y el tipo de movimiento que otorgara al actuador ya que puede ser de tipo eléctricos, de movimiento rotativo o lineal actuadores neumáticos o hidráulicos, estos actuadores normalmente en otros proyectos con alguna similitud en su mayoría usan micromotores DC Con caja reductora ubicados en las falanges.

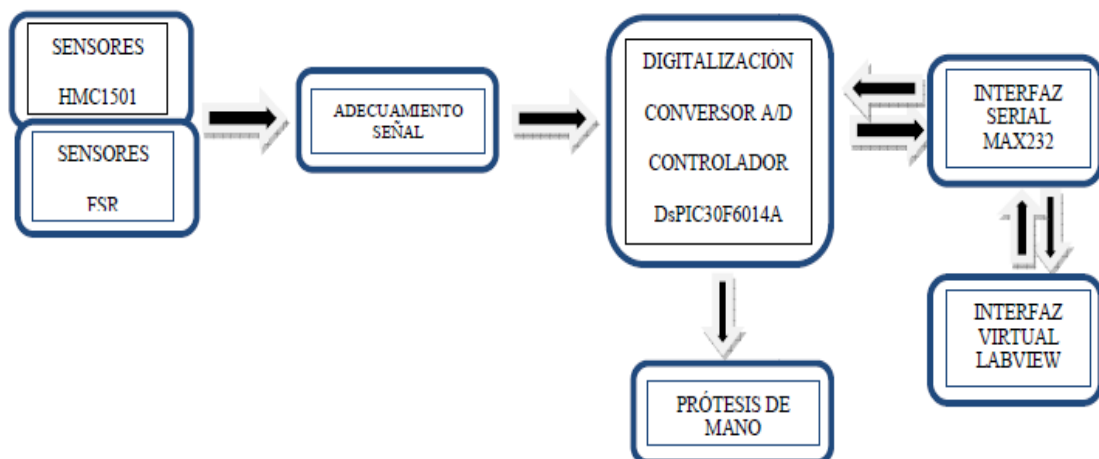


Figura 7

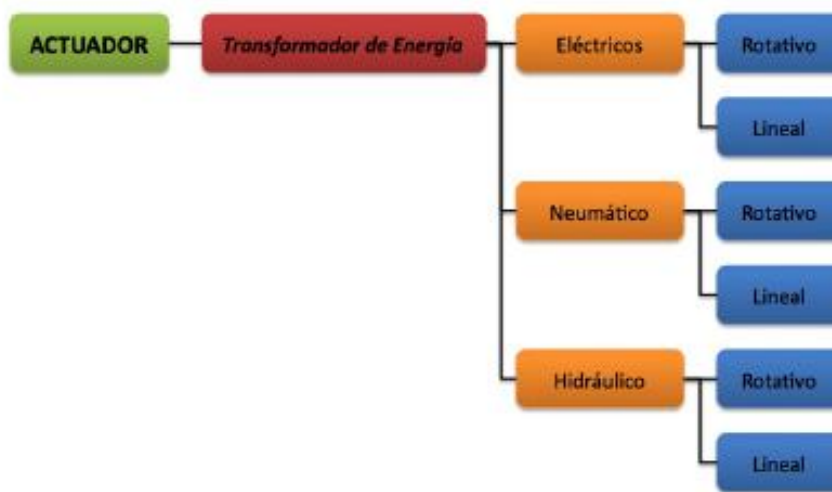


Figura 8

**3.1.3 Diseño y desarrollo de subsistemas:** Cuando ya se han establecido los requisitos que son necesarios para el diseño de la mano robótica, se pasa a la siguiente fase que es la de desarrollar los subsistemas independientes, para probar su correcta funcionalidad, en el caso de los gripper o manos robóticas se puede dividir los subsistemas en cuatro grupos, el diseño de los elementos, el diseño del sistema de control, el sistema sensorial y finalmente el sistema accionado<sup>6</sup>.

**Materiales y métodos de fabricación:** La selección de materiales es un punto clave dentro de la fase de diseño y fabricación se busca el reducir el peso sin que afecte su estabilidad y fuerza de agarre de los recipientes, entre los materiales más usados para el desarrollo de partes robóticas está el acero inoxidable y el aluminio así como para algunos recubrimientos plásticos de diferentes densidades. El tipo de material estará ligado a condiciones económicas y de requerimiento de prestación para cada componente.

<sup>6</sup> Tomado de: <http://www.cnnexpansion.com/actualidad/2009/07/07/robots-hechos-a-imagen-y- semejanza>

En cuanto a los procesos de fabricación, los componentes de control son de adquisición previa los elementos del efector final requerirán mecanizado a partir de los modelos obtenidos por impresión 3D y una posterior fabricación de algunas piezas como piñones cónicos entre otros.

**3.1.4 Diseño e implementación hardware:** La parte medular del sistema lo constituye el sistema electrónico, que se encargara de la detección de las señales del usuario, el procesamiento de las mismas y posteriormente de acuerdo al resultado obtenido, controlar los movimientos ejecutados por parte del sistema mecánico del gripper

El diseño del circuito electrónico, para un tipo de proyecto como este normalmente está compuesto por varios componentes o tarjetas que cumplen funciones específicas. En este punto es válido destacar el análisis de los tipos de sensores que deberán ser implementados para lograr luego una correcta interfaz hardware/Software

Como primera medida se prevé que se utilizaran sensores de posición y sensores de fuerza, estos últimos ubicados en las falanges distales de los dedos

**3.2 Arquitectura Software del sistema:** Otro aspecto importante al tener al iniciar la planeación de un proyecto de esta naturaleza es el desarrollo o la ingeniería del software, en este caso el programa que se planea utilizar para el manejo ultimo del gripper es Labview que permite enviar un código ASCII para poder especificar el tipo y modo de agarre, aunque en otros documentos se sugieren algunos programas informáticos, se relacionan a continuación para que puedan ser consultados durante la fase de desarrollo del proyecto.

- Micro code Studio plus
- Proteus 7
- PICkit

## **4. METODOLOGIA.**

**4.1 Diseño mecánico:** Se diseñara por medio de planos básicos, seleccionando posteriormente la mejor opción a través de diseño Virtual y simulaciones CAD estableciendo parámetros de forma y funcionamiento más exactos. Teniendo en cuenta que los parámetros de forma y dimensión para el gripper, por un lado cumplan los requerimientos de destapado de los recipientes y por otro pueda ser articulado al correspondiente actuador tipo brazo (Mitsubishi RV-M1).

**4.2 Fabricación de piezas:** Una vez determinado el diseño final que será implementado, se realizaran las piezas por medio de impresión 3D en la máquina de prototipado rápido de la universidad Distrital ubicada en la facultad tecnológica es decir una conformación tridimensional a partir de la información del archivo CAD final, si los resultados obtenidos con este prototipo son satisfactorios y posteriormente a la realización de pruebas, cumplen con la ergonomía y adaptabilidad a los recipientes esperada, se fabricaran las piezas en el material ultimo establecido así como la adquisición de las piezas estandarizadas que se requieran y que se encuentren en el mercado.

**4.3 Implementación Gripper-brazo:** Con el gripper cumpliendo correctamente la función de presión, sujeción y destape de recipientes, se deberá incorporar la función mano-brazo, es decir en este caso el gripper acoplado con el manipulador de 5 grados de libertad Mitsubishi RV-M1.

**4.4 Diseño e implementación del software de control:** Se realizara el programa de automatización capaz de entregar información acerca de los procesos y herramientas de control, dando las órdenes e interactuando con el usuario y con el gripper en un entorno grafico en el cual pueda ser desarrollado, como primera alternativa estaría se utilizaría Labview por su eficiente desempeño en este tipo de aplicaciones y ya que cuenta con las licencias vigentes de la Universidad Distrital.

**4.5 Pruebas de funcionamiento:** de acuerdo a los diseños presentados se realizara el ensamble de la pinza mecánica con el brazo y la adecuación a la estación independiente de separado de perlas teniendo en cuenta que en este mismo proceso se deberá implementar como parte del ensamble los dispositivos de accionamiento cilindro neumáticos y demás, realizando pruebas preliminares para confirma el correcto accionamiento de la pinza y desarrollo de la tarea.

**4.6 Resultados finales y descripción financiera del proyecto:** Para terminar, la metodología de este proyecto se realizará la evaluación socio-económica; y haciendo referencia, y énfasis, en el impacto tecnológico entregado por el proyecto a la universidad, así como el informe de resultados e implementación del gripper con las funciones previstas y en total desarrollo.



## 5. Cronograma

ACTIVIDADES	TIEMPO DURACION DEL PROYECTO (3 MESES)											
	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diseño mecanico gripper para destapado de recipientes	■	■										
Simulaciones en solidworks del desarrollo del sistema			■	■								
Prototipado de piezas y pruebas preliminares					■							
fabricacion y adquisicion de piezas para el gripper					■	■						
Ensamble de componentes, pruebas de funcionamiento de destapado						■	■					
Implementacion de gripper como efector final al robot Mitsubishi RV-M1										■		
Programacion de interfase gripper- usuario									■	■	■	
pruebas complementarias integracion Software/Hardware										■		
Descripcion financiera del desarrollo del proyecto												■
Informe final y resultados												■

## 6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACION:

Las cifras mostradas a continuación son una estimación del presupuesto requerido para el desarrollo del proyecto.

DESCRIPCION DE LA FASE	ACTIVIDAD	PRESUPUESTO
Diseño mecánico preliminar	Consulta de fuentes bibliográfica e internet	\$ 30.000
	Insumos básicos para diseño y dibujo	\$ 10.000
Diseño CAD	Software de diseño (Solidworks) bajo licenciamiento de la UDFJC	\$15.000
	Impresión de planos	\$ 15.000
Prototipado de piezas	Polímero base de impresión	\$ 20.000
Fabricación de piezas	Fabricación de partes susceptible a diseño	\$ 300.000
	Selección y fabricación de partes normalizadas del diseño	\$ 300.000
	Accesorio, herramientas y mano	\$150.000

	de obra	
Ensamblado y pruebas	Adecuación del montaje sin estar integrado a la celda	\$100.000
Diseño e implementación del software de control	Uso del software para el programa de control bajo licenciamiento de la UDFJC	\$15.000
Acoplamiento final a la Celda de Manufactura	Montaje final del gripper con la integración y pruebas en la celda de manufactura	\$ 30.000

## 7. BIBLIOGRAFIA

[1] Matthew T. Mason, J. Kenneth Salisbury Jr. ***“Robot Hands and the Mechanics of Manipulation”***. The MIT Press Series in Artificial Intelligence. 1985.

[2] González Victor R, Centro de Formación del Profesorado e Innovación Educativa Valladolid II, ***“Curso 2007: Fundamentos de Robótica”***, Valladolid, España.

[http://cfievalladolid2.net/tecno/ctrl\\_rob/robotica/sistema/morfologia.htm](http://cfievalladolid2.net/tecno/ctrl_rob/robotica/sistema/morfologia.htm)

[3] Juarez C. Jesse I, Ramírez H. Lucia Guadalupe, Rivera M. José, Maldonado O. Cristina, Sandoval R. Rafael, ***“Instrumento Virtual para el control del Robot Industrial Motoma UP- 20”***, Somi XXI Congreso de Instrumentación, Octubre 2006. ISBN 970-32-2673-6.

[4] Sandoval R. Rafael, ***“Apuntes de Fundamentos de Robótica”***, Curso 2007. Instituto Tecnológico de Chihuahua.

[5] J. Butterfass, G. Hirzinger, S. Knoch, and H. Liu. ***“DLR’s multisensory articulated hand”*** In Proc. of the 1998 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Leuven, Belgica, Mayo 1998.

[6] C.S. Lovchik and M.A. Diftler. ***“The robonaut hand: A dextrous robot hand for space”***. In Proc. of the 1999 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Michigan, Abril 2008.

[7] R.J. Schilling, **Fundamentals of Robotics: Analisis and Control**. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall 1990

[8] S. C. Jacobsen, J. E. Wood, D. F. Knutti, and K. B. Biggers. ***“The UTAH/MIT dextrous hand: Work in progress”***. In Robot, Grippers, Springer-Verlag, Berlin, 1986.

[9] Paolo Dario, Cecilia Lashi, Maria Chiara Carroza, ***“A Human-like Robotic manipulation System Implementing Human Models of Sensory-Motor Coordination”***, <http://www-arts.sssup.it/download/papers/>

[10] Ocampo Gustavo A. Rondón Julián, ***“Diseño y Construcción de una Mano Robot de Cuatro Dedos que Imite los Modelos Prensiles Humanos”***, Universidad Militar Nueva Granada, 2004

[11] QUINAYÁS, C. ***Diseño y construcción de una prótesis robótica de mano funcional adaptada a varios agarres*** [Tesis de Maestría]. Popayán: Universidad del Cauca, 2010.

[12] VIVAS, A. y AGUILAR, E. ***Modelado geométrico y dinámico de una prótesis de mano***, III *IEEE Colombian Workshop on Robotics and Automation*, Cartagena, Colombia, 2007.